

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 200330030

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 IEEE802.11 的无线 Ad Hoc 网络 MAC
层功率控制算法研究

Research of MAC Power Control in Wireless Ad Hoc
Network based on IEEE802.11

卢 菲 恬

指导教师姓名: 肖 明 波 教授

专 业 名 称: 通信与信息系统

论文提交日期: 2006 年 05 月

论文答辩时间: 2006 年 月

学位授予日期: 2006 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2006 年 5 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：卢菲恬

2006 年 5 月 26 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在 十 年解密后适用本授权书。

2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：卢菲恬

日期： 2006 年 5 月 26 日

导师签名：

日期： 2006 年 5 月 27 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

传统的有中心式无线网络结构(典型的有蜂窝移动系统及无线局域网 WLAN 中的 AP 组网等)正在一定程度上受到无中心式组网形式(典型的有无线 Ad Hoc 网络、无线传感网和无线网状网等)的挑战。在长距离无线通信中,有中心式组网可以发挥其覆盖范围广、集中式管理、能量不受限(基站由电源进行供电)等优点;但在中、短距离的无线通信中,由于无中心式网络组网灵活、无需固定网络设施、便于临时铺设等优点,因此得到了广泛的关注与研究,尤其在一些特定的应用场合,如抢险救灾、展览会议、军事战争中正在发挥着越来越大的作用。

随着对无线网络研究的不断深入,无线宽带化已经不是梦想:采用 OFDM 调制技术的 IEEE802.11a,峰值速率可达 54Mbps;目前成立的 IEEE802.11n 工作组,采用 MIMO-OFDM 技术,计划将无线局域网的传输速率由 54Mbps 提高到 108Mbps,最高可达 320Mbps;而未来 4G 的候选技术——超宽带(UWB)技术更是将无线传输的速率提高到 500Mbps 以上。虽然无线网络在传输速率上取得了飞速的进步,但由于无线节点本身多采用便携式的电池进行供电,而电池技术近几十年来却发展缓慢,因此如何节省无线节点的电池能量成为制约无线网络(特别是无中心式网络)发展的关键问题。

目前无线网络的节能措施主要采用两种方式:一种方式是通过动态关闭无线网卡、让节点周期性地进入休眠状态来节省不必要的能量开销;另一种方式是采用功率控制,通过调整节点传输功率来降低能耗。功率控制方式不仅可以有效地降低节点能耗,还可以增加无线信道的空间复用程度、降低节点间的共道干扰,从而提高整个网络的吞吐量。然而在无线 Ad Hoc 网络中引入功率控制,势必造成节点之间各有不同的发送功率,产生所谓的非对称链路问题(ALP, Asymmetric Link Problem),如果不能很好地处理该问题,将有可能导致网络中碰撞加剧,造成信息大量重传、消耗大量节点能量,从而抵消由于引入功率控制所带来的能耗的节省。

本论文旨在研究如何在无线 Ad Hoc 网络中正确有效地实现功率控制,首先研究了无线 Ad Hoc 网络功率控制设计思路与设计原则,然后重点讨论并解决了引入功率控制后所带来的非对称链路问题。由于基于载波侦听/冲突避免

(CSMA/CA) 机制的 IEEE802.11x 标准是目前无线局域网的事实标准, 是迄今为止唯一已经赢得市场的标准, 也是发展最快、应用最广的无线通信网络协议之一。因此本论文选取 IEEE802.11 协议作为 MAC 层功率控制算法研究的对象, 提出了一种基于 IEEE802.11 功率控制模型 SIMPLE 的改进模型 ADVANCED, 解决了引入功率控制后出现的非对称链路问题, 从而既保证了网络能耗的节省, 同时又提高网络的吞吐量并改善了数据端到端的平均时延; 最后通过建模与仿真, 验证了所提算法确实能优化网络性能。

关键词: Ad Hoc; IEEE802.11; 功率控制

Abstract

The traditional wireless networks with centralized network topology (such as cellular systems and WLAN with AP) have been challenged to certain extent by the novel ad hoc network topology (such as Ad Hoc networks, wireless sensor networks, and wireless mesh networks). The centralized network topology is characterized by the advantage of its large coverage, centralized network management and unlimited energy supply (from fixed power supply), which can be taken advantage for long-range wireless communications. On the other hand, the ad hoc network has the advantage of flexible topology, requiring no infrastructure, and easy deployment temporarily, and it has attracted much attention and intensive research, especially in some special middle- or short-range application scenarios, such as disaster relief efforts, exhibition, and battlefield.

With the development of technologies, the wideband wireless transmission is not so far away. The peak rate of 802.11a with OFDM technology reaches 54Mbps. The newly formed 802.11n group plans to increase the rate further to 108Mbps (with the maximum rate of 320Mbps), using MIMO-OFDM technology. Ultra Wide Band, a candidate for 4G technology, can even raise the rate up to 500Mbps. Though, the battery technology lags through several decades, and may hinder the development of wideband wireless networks. As a result, how to save the battery energy of the wireless nodes is the very important issue, especially in the wireless Ad Hoc networks, where the wireless nodes generally are supplied by battery.

At present, the energy saving schemes mainly fall in two categories. The first is dynamically shutting down the wireless network interface card, i.e., forcing the node into sleep mode periodically to save the unnecessary energy consumption. The other is power control by adjusting the transmission power. Power control scheme not only reduces the energy cost of the wireless nodes effectually, but also improves the overall throughput of the network by increasing space reuse of the wireless channel, and reducing co-channel interference among nodes as well. However, the power control in the wireless Ad Hoc network will obviously cause different power levels between different nodes, resulting in the so-called Asymmetric Link Problem. This problem may lead to more collisions, and causes a lot of retransmissions thus consume more

energy, sequentially counteracting the energy saving through introducing power control.

This thesis focuses on how to correctly and effectually implement power control in wireless Ad Hoc network. We first present the power control design principle, and then propose schemes to solve the Asymmetric Link Problem introduced by power control into Ad Hoc networks. Because IEEE 802.11x based on CSMA/CA is the de facto standard in WLAN (it is the most successful standard in market, and the most rapidly developed and most widely applied standard too), this thesis exclusively considers IEEE802.11 MAC protocol as the research pivot. Based on SIMPLE power control algorithm in MAC layer, an improved power control algorithm — ADVANCED algorithm is proposed. The ADVANCED algorithm not only saves network energy, but also improves network throughput. Finally, the performance of our algorithm is validated by simulations.

Key Words: Ad Hoc; IEEE802.11; Power Control

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 无线通信发展概述	1
1.2 研究目的和意义	6
1.3 论文结构和内容	7
第 2 章 Ad Hoc网络功率控制	9
2.1 Ad Hoc网络概述	9
2.1.1 定义和特点	9
2.1.2 发展和应用	11
2.2 功率控制研究现状	13
2.2.1 各协议层功率控制研究现状	14
2.2.2 网络层功率控制研究现状	16
2.2.3 无线网卡动态关闭机制	18
2.2.4 MAC层功率控制研究现状	21
2.3 功率控制设计原则	24
2.3.1 传输功率对各协议层的影响	24
2.3.2 功率控制设计原则	25
2.3.3 功率控制仿真分析	28
2.4 本章小结	30
第 3 章 IEEE802.11 MAC层协议	31
3.1 MAC信道接入简介	31
3.2 Ad Hoc网络MAC层协议	31
3.3 IEEE802.11 MAC层协议	32
3.3.1 CSMA/CA机制	32
3.3.2 四次握手机制	34
3.3.3 帧间间隔	35
3.3.4 退避机制	37
3.4 MAC层需要解决的问题	39
3.4.1 隐终端	39

3.4.2 暴露终端	40
3.4.3 非对称链路问题	42
3.5 IEEE802.11 性能分析	43
3.6 本章小结	44
第 4 章 基于IEEE802.11 MAC层功率控制算法研究	45
4.1 SIMPLE模型	45
4.1.1 算法描述	45
4.1.2 研究现状及存在的问题	47
4.2 ADVANCED模型	50
4.3 MATLAB仿真模型	52
4.4 仿真结果分析	55
4.5 本章小结	60
第 5 章 总结与展望	61
5.1 本论文工作总结	61
5.2 下一步研究方向	62
攻读硕士学位期间发表的论文	64
[参考文献]	65
附录 缩写语	68
致 谢	70

CONTENTS

Chapter 1 Preface	1
1.1 Wireless Communication Development Survey	1
1.2 Research Motivation and Significance	6
1.3 Dissertation Organization and Contents	7
Chapter 2 Power Control in Ad Hoc Network	9
2.1 Ad Hoc Network Survey	9
2.1.1 Definition and Character	9
2.1.2 Evolution and Application	11
2.2 Research of Power Control	13
2.2.1 Research of Power Control in each protocol layer	14
2.2.2 Research of Power Control in routing layer	16
2.2.3 NIC Dynamical Turnoff Scheme	18
2.2.4 Research of Power Control in MAC layer	21
2.3 Design Principle of Power Control	24
2.3.1 Impact of Transmission Power on each protocol layer	24
2.3.2 Design Principle of Power Control	25
2.3.3 Simulation Analysis of Power Control	28
2.4 Summary	30
Chapter 3 IEEE802.11 MAC Layer Protocol	31
3.1 MAC Channel Access Introduction	31
3.2 MAC Layer Protocol of Ad Hoc Network	31
3.3 IEEE802.11 MAC Layer Protocol	32
3.3.1 CSMA/CA	32
3.3.2 Four Handshake	34
3.3.3 Inter Frequency Space	35
3.3.4 Back-off	37
3.4 Problem in MAC	39
3.4.1 Hidden Terminal Problem	39
3.4.2 Exposed Terminal Problem	40
3.4.3 Asymmetric Link Problem	42

3.5 IEEE802.11 Performance Analysis	43
3.6 Summary	44
Chapter 4 Power Control Algorithm Based IEEE 802.11 MAC	45
4.1 SIMPLE Model.....	45
4.1.1 Algorithm Description	45
4.1.2 Research and Problem	47
4.2 ADVANCED Model	50
4.3 MATLAB Simulation Model	52
4.4 Simulation Results	55
4.5 Summary	60
Chapter 5 Conclusions.....	61
5.1 Summary of this dissertation.....	61
5.2 Future Work.....	62
Reference	65
Appendix: List of Abbreviations	68
Acknowledgments	70

第1章 绪论

1.1 无线通信发展概述

无线通信技术与Internet技术结合产生了无线数据通信网,涵盖了无线局域网(WLAN)、无线ATM、宽带卫星以及蓝牙(Bluetooth)等技术,使通信速率得到提高、覆盖范围得到增强,为无线数据业务提供了承载平台。各种无线通信系统的覆盖范围、数据速率及移动性的比较^[1],如图1-1所示。

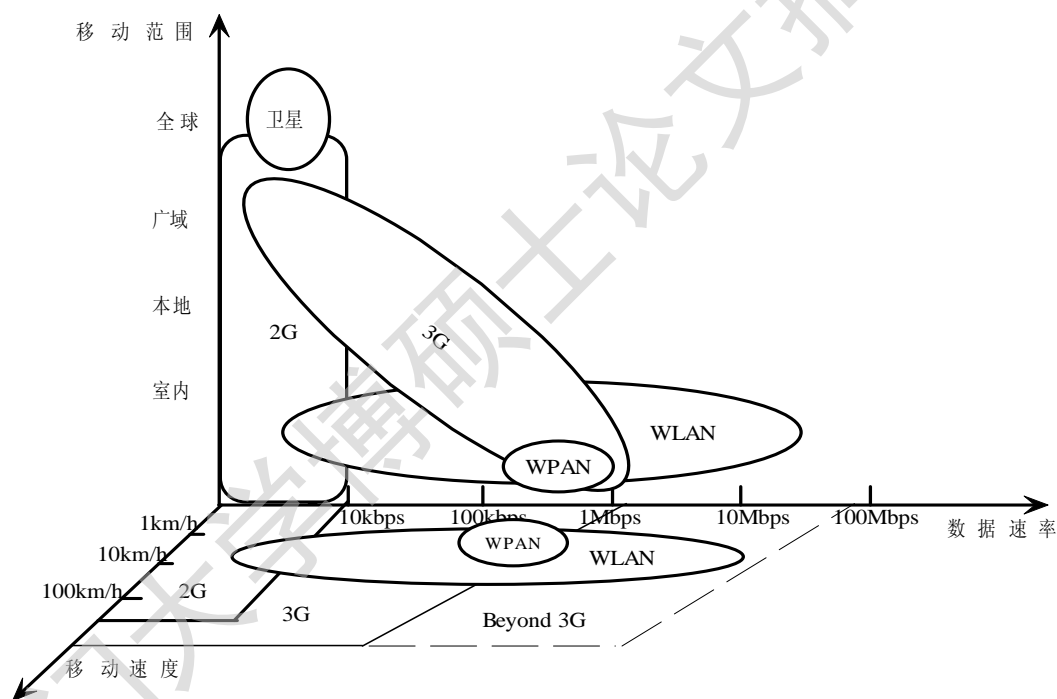


图 1-1 无线通信各技术比较图

从图中可以看出, 2G(<10kbps)、3G(<2Mbps)等蜂窝移动通信技术和卫星通信的传输速率相对较低, 但可覆盖较广的通信范围, 并可在高速移动的环境下进行通信。而 WLAN、WPAN 等短距离无线通信技术仅适用于室内及短距离环境, 它的传输速率较高, 移动范围和移动速度却有限。这些技术在某些应用场合具有独特的优势, 对移动通信及卫星通信技术是一个良好的补充。随着数据通信需求的推动及电子器件、计算机技术等领域的快速发展, WLAN、WPAN、移动 Ad Hoc

网络 (MANET)、WMNs、WSNs、UWB 等短距离无线通信技术已经取得了令人瞩目的成就。短距离无线通信与长距离移动通信技术没有严格的分类,且有融合的趋势。以下为几种主流的短距离无线通信技术:

(1) 无线局域网技术

WLAN 是近年来发展迅猛的无线数据通信技术,是一个使用无线多址信道的分组交换网络,它的特点是在某个局域范围内,采用无线信道传输数据和采用分组交换技术进行信息交换。WLAN 于九十年代开发,已形成了 IEEE 802.11 和 ETSI 制订的 HIPERLAN 两大标准。各标准比较如表 1-1 所示,目前 IEEE802.11 已经成为 WLAN 的事实标准。

表 1-1 各种 WLAN 技术的比较

	Bluetooth	IEEE 802.11b	IEEE 802.11a	IEEE 802.11g	ETSI HiperLAN/2
频率范围 (GHz)	2.4GHz	2.4-2.497	5.15-5.35 5.47-5.725	2.4-2.497	5.15-5.35 5.47-5.725
最大载波速率	<1Mbps	11Mbps	54Mbps	54Mbps	54Mbps
通信范围	5~10m	50~100m	50~100m	50-300m	50~300m
支撑网络	RS-232, TCP/IP	Ethernet	Ethernet	WEP,OFDM, AES	Ethernet, ATM, IEEE.1394
MAC	TDD(轮询)	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	TDD(轮询)
QoS	SCO	PCF	PCF	PCF	FCA, FSA
调制	GFSK	CCK	OFDM	OFDM/CCK	OFDM
切换支持	无	无	无	有	有
网络连接控制	无	自适应连接	自适应连接	自适应连接	自适应连接

WLAN^[5]技术利用无线技术在空中传输数据、语音和视频信号,具有速率高,接入灵活等特点;但存在标准多、兼容性差、设备价格高、上网资费高等缺点。另外,WLAN覆盖范围小,呈地区状分布,由于其碰撞与重发机制,在用户数极为密集的地区,频谱效率下降,也难适用于多小区、快速移动环境下的业务覆盖。在电信级应用时,对用户的鉴权、计费和接入服务必须依托其它核心网设备,因此可以作为蜂窝系统的补充,应用于局部地区的覆盖。与蜂窝移动技术融合,既

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库